

DANUTA MACKIEWICZ-KAROLCZAK**ZBIGNIEW BRODA**

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin

Akademia Rolnicza w Poznaniu

Ocena efektywności krzyżowań międzygatunkowych w rodzaju *Secale*

Estimation of the efficiency of interspecific crosses in genus *Secale*

Przeprowadzono krzyżowania wzajemno-przemienne pomiędzy odmianami uprawnymi żyta, *Secale cereale* L. ssp. *cereale* oraz gatunkami dzikimi żyta: *S. cereale* ssp. *afghanicum*, *S. cereale* ssp. *ancestrale*, *S. cereale* ssp. *segetale*, *Secale africanum*, *Secale sylvestre* i *Secale vavilovii*. Generalnie efektywność krzyżowania była niska, lecz w przypadku, gdy żyto uprawne było formą mateczną nieco wyższa. Najlepsze rezultaty otrzymano z kombinacji krzyżówkowych z *S. africanum*, gdy występowało ono jako forma ojcowska. Stwierdzono zmienność w odniesieniu do efektywności krzyżowania różnych odmian uprawnych żyta z gatunkami dzikimi. Najbardziej przydatną do krzyżowań międzygatunkowych żyta okazała się odmiana Dańkowskie Złote.

Słowa kluczowe: efektywność krzyżowania, krzyżowania międzygatunkowe, *Secale*, żyto

The reciprocal crosses have been made between several polish cultivars of rye, *Secale cereale* ssp. *cereale* and wild rye species: *S. cereale* ssp. *afghanicum*, *S. cereale* ssp. *ancestrale*, *S. cereale* ssp. *segetale*, *Secale africanum*, *Secale sylvestre* and *Secale vavilovii*. Generally, the crossing efficiency was low, but when cultivated rye was used as female parent, it was a little higher. The best results were obtained from crosses with *S. africanum* as a male parent. The variation of efficiency of crosses between different rye cultivars and wild species was observed. The Dańkowskie Złote proved to be the most useful cultivar for interspecific crosses.

Key words: efficiency of crosses, interspecific crosses, *Secale*, rye

WSTĘP

Żyto uprawne *Secale cereale* L. ssp. *cereale* od wieków utrzymuje ważną pozycję w ogólnej europejskiej produkcji zbóż. Ze względu na jego niskie wymagania klimatyczne i glebowe jest uprawiane na tych terenach, gdzie uprawa pszenicy jest niemożliwa lub nieopłacalna. W Polsce ze względu na przewagę lekkich gleb piaszczystych, niskie pH gleb i niedobór opadów, żyto obok pszenicy jest głównym zbożem, a Polska jednym z największych producentów ziarna (Madej, 1996).

Postęp w hodowli żyta został spowolniony i ograniczony, o czym od wielu lat donoszą liczni autorzy (Koczowska, 1977; Ruebenbauer, 1975; Wolski, 1983). Spowodowane jest to w dużym stopniu brakiem materiału wyjściowego do hodowli a zwłaszcza jego małą zmiennością. Dalszy postęp w hodowli żyta jest uzależniony od zwiększenia zmienności materiału wyjściowego do hodowli. Jedną z metod powiększania tej zmienności jest krzyżowanie międzygatunkowe form uprawnych żyta z dzikimi gatunkami pokrewnymi.

Badania nad mieszańcami międzygatunkowymi żyta i ich wykorzystaniem w hodowli prowadzili między innymi Ruebenbauer (1972), Plarre (1974), Łapiński (1977), Fejern i Fedak (1981), Kobyljanskij (1982), Rzepka-Plevneš (1990). Ich zdaniem mieszańce międzygatunkowe ze względu na swą odrębność genetyczną i dużą ekspresję cech mogą być wykorzystane jako źródło genów, w które ubogie są nasze odmiany hodowlane. Mieszańce międzygatunkowe żyta są wykorzystywane do wzbogacania potencjału genetycznego żyta w geny warunkujące odporność na powszechne choroby (Ruebenbauer, 1975; Kobyljanskij, 1982; Rzepka, 1990; Rzepka, Tomczak, 1993) oraz na wyleganie (Koczowska, 1977) i porastanie (Rzepka, 1993; Rzepka, Tomczak, 1993). Mogą być przydatne w hodowli odmian o podwyższonej zawartości białka w ziarnie (Kobyljanskij, 1987). W dzikich gatunkach poszukuje się genów męskiej sterility i cytoplazmy sterylizującej potrzebnych do hodowli heterozyznej (Łapiński, 1977; Tarkowski, 1983).

Celem badań było określenie efektywności krzyżowań międzygatunkowych odmian uprawnych żyta i gatunków dzikich z rodzaju *Secale*.

MATERIAŁ I METODY

Prace prowadzono w roku 2000 w szklarni Katedry Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Poznaniu. Obiektem badań było 6 dzikich gatunków i podgatunków żyta: *Secale cereale* L. ssp. *afghanicum*, *Secale cereale* L. ssp. *ancestrale*, *Secale cereale* L. ssp. *segetale*, *Secale africanum*, *Secale sylvestre*, *Secale vavilovii*. W charakterze komponentów do krzyżowań wzajemno-przemiennych użyto 7 odmian żyta, pochodzących z hodowli „Danko”, Hodowla Roślin Sp. Z o.o.: Amilo, Dańkowskie Nowe, Dańkowskie Złote, Kier, Motto, Walet i Warko. Materiał siewny gatunków dzikich pochodził z kolekcji Ogrodu Botanicznego PAN w Warszawie. Wszystkie formy wykorzystane do krzyżówek były diploidalne: $2n = 14$.

Nasiona wysiano w październiku 1999 roku po 30 z każdej formy do doniczek, po 5 w każdej. Początkowo rośliny rosły w szklarni. W grudniu i styczniu rośliny przeszły 7-tygodniową jarowizację w warunkach polowych, po czym ponownie zostały umieszczone w szklarni. Podczas wegetacji rośliny były sztucznie doświetlane. Długość dnia (oświetlania) wynosiła 16–18 godzin, temperatura w szklarni wahała się od 20 do 30° C.

Poszczególne komponenty do krzyżowań poddano obserwacjom fenologicznym. Stwierdzono pewne zróżnicowanie pomiędzy terminami wchodzenia gatunków w poszczególne fazy rozwojowe, niemniej różnice te nie były na tyle istotne, żeby uniemożliwić krzyżowanie. Odmiany uprawne były w jeszcze mniejszym stopniu zróżnicowane pod tym względem.

Przed przystąpieniem do krzyżowania przeprowadzono obserwacje ziaren pyłku i określono ich żywotność. W tym celu na szkiełka podstawowe pobierano wysypujące się, dojrzałe ziarna pyłku z 3 roślin dla każdej formy i barwiono płynem Bellinga. Obserwacje mikroskopowe przeprowadzono przy użyciu mikroskopu marki Carl Zeiss Jena. Określono procentowy udział żywotnych ziaren pyłku w ogólnej liczbie ziaren, przyjmując za żywotne ziarna dobrze wykształcone i wybarwione. Dokonano pomiarów wielkości ziaren pyłku przy pomocy mikrometru przedmiotowego i obliczono średnie wartości dla 20 ziaren z każdej formy.

W marcu i kwietniu 2000 roku dokonano krzyżowań wzajemno-przemiennych między odmianami uprawnymi żyta i gatunkami oraz podgatunkami dzikimi z rodzaju *Secale*. Przed przystąpieniem do krzyżowania kłosa form matecznych zaraz po wykłoszeniu się kastrowano za pomocą pincety i następnie izolowano izolatorami z tofianu. Planowego zapylania dokonywano świeżo pobranym pyłkiem w momencie osiągnięcia dojrzałości przez znamiona, tj. w chwili wychylenia się z plewek i rozwinięcia. Zapylone kłosa ponownie izolowano przez 10 dni, potem izolatory zdejmowano.

W celu obliczenia efektywności krzyżowania określono liczbę zapylonych kwiatków, a następnie po zbiorze liczbę otrzymanych ziarniaków. Jesienią policzono rośliny, które wykiełkowały z otrzymanych ziarniaków mieszańcowych. Ocenę efektywności krzyżowania dokonano obliczając:

- N/Z — procentowy stosunek liczby otrzymanych ziarniaków (N) do liczby zapylonych kwiatków (Z),
- M/Z — procentowy stosunek liczby otrzymanych roślin (M) do liczby zapylonych kwiatków (Z).

Odmiany uprawne żyta były potraktowane oddzielnie oraz łącznie jako gatunek *Secale cereale* ssp. *cereale* — żyto uprawne.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przedstawione badania są początkowym etapem prac mających na celu wyprowadzenie materiałów wyjściowych do hodowli żyta w oparciu o krzyżowania oddalone w obrębie rodzaju *Secale*.

Przed hodowcami stale stawiane są nowe wymagania, którym mają sprostać wytworzone przez nich odmiany roślin uprawnych. Ponieważ wykorzystywane w uprawie odmiany charakteryzują się ograniczoną zmiennością z powodu ciągłej selekcji, a próby wykorzystania starych odmian uprawnych okazały się mało skuteczne, skłoniło to hodowców do poszukiwania materiału wyjściowego do hodowli w mieszańcach międzygatunkowych tworzonych w obrębie rodzaju *Secale* (Koczowska, 1977; Ruebenbauer, 1975; Kobyljanskij, 1982; Wolski, 1983; Rzepka Plevneś, 1990). Naturalne populacje dzikich form żyta stanowią ze względu na swą odrębność genetyczną i dużą ekspresję cech cenne źródło genów, w które ubogie są nasze odmiany (Rzepka, 1990).

W dzikich gatunkach *S. vavilovii*, *S. silvestre*, *S. montanum*, ssp. *montanum* i *S. kuprijanovii* poszukuje się genów odporności na powszechnie występujące choroby, m.in. na mączniaka i rdzę brunatną (Ruebenbauer, 1975; Kobyljanskij, 1975, 1982; Rzepka,

1990). W tych samych gatunkach poszukuje się również genów odporności na porastanie (Rzepka, 1993; Rzepka, Tomczak, 1993). *S. anatholicum* jest wykorzystywane w hodowli odmian o podwyższonej zawartości białka w ziarnie oraz odmian przeznaczonych na zieloną masę (Kobyljanskij, 1987). Dzikie gatunki żyta są źródłem genów męskiej sterility i cytoplazmy sterylizującej (Łapiński, 1977; Tarkowski, 1983). Krzyżowania form dzikich z odmianami uprawnymi są obecnie często udane. Przyczynia się do tego postęp w metodach pozwalających przewyższać bariery krzyżowania oddalonego, jak np. w kulturach *in vitro*. Problemem nie jest wytworzenie form mieszańcowych, ale plon i jego jakość (Węgrzyn, 1988; Rzepka-Plevneš, 1993). Ponadto mieszańce mogą się charakteryzować niską odziedziczalnością interesujących hodowcę cech oraz silnym ich powiązaniem z cechami niekorzystnymi, co czyni takie materiały bezużytecznymi dla dalszej hodowli (Rzepka-Plevneš i in., 1995). Wytworzone mieszańce nie nadają się bezpośrednio do uprawy, wymagają one wielu lat krzyżowań wstecznych z żytem uprawnym w celu przywrócenia cech użytkowych. Rzepka-Plevneš i wsp. (1995) prowadzili badania plenności i odporności na mączniaka prawdziwego u mieszańców żyta uprawnego z *S. montanum* ssp. *montanum* Gross. oraz ssp. *kuprijanovii* Gross. Stwierdzili, że wytworzone przez nich mieszańce oznaczały się małą stabilnością w kształtowaniu się cech użytkowych. U większości badanych przez nich mieszańców BC₃, BC₄, BC₅ było brak powtarzalności wyników i tendencji wzrostu cech w kolejnych pokoleniach krzyżowań wstecznych. Trudności te powodują, że mimo prowadzonych od wielu lat badań nad mieszańcami oddalonymi, dzikie gatunki żyta jako źródło pożądanych genów są nadal niedostatecznie wykorzystane (Rzepka, 1990). Pomimo tych trudności, dalsze poszukiwanie materiałów wyjściowych do hodowli wśród mieszańców oddalonych żyta wydaje się celowe i uzasadnione, zwłaszcza wobec faktu zubożenia odmian populacyjnych żyta w cenne geny na skutek prowadzonej w nich ciągłej selekcji.

W prezentowanej pracy do krzyżowania z odmianami uprawnymi żyta użyto gatunki już wykorzystywane przez hodowców, jak *S. africanum*, *S. sylvestre* i *S. vavilovii*, ale również podgatunki dzikie *S. cereale* do tej pory nie stosowane, jak: ssp. *afghanicum*, ssp. *ancestralei* ssp. *segetale*.

Ocena żywotności i wielkości ziaren pyłku dla poszczególnych odmian uprawnych żyta wykazała, że odmiany nie różniły się istotnie między sobą (tab. 1), a średnia żywotność ziaren pyłku kształtowała się na poziomie 92,2%. Podobnie pod względem wielkości ziaren pyłku odmiany nie wykazywały większego zróżnicowania (tab. 1). Ich średnia długość wynosiła 49,5% μm , a szerokość 36,1 μm . Gatunki i podgatunki dzikie wykazywały się większym zróżnicowaniem żywotności ziaren pyłku, która chociaż nieco niższa od żyta uprawnego utrzymywała się na stosunkowo wysokim poziomie, a średnio wynosiła 80,9%. Ziarna pyłku gatunków dzikich były mniejsze od ziaren odmian uprawnych. Najmniejsze ziarna miał gatunek *S. sylvestre* (tab. 1). Ten gatunek miał również najmniejsze pylniki o długości ok. 3 mm, podczas gdy pylniki *S. c. ssp. cereale* miały długość ok. 10 mm. Pylniki *S. sylvestre* wytwarzają bardzo mało ziaren pyłku, który wysypuje się z pylników, gdy kwiatek ma zamknięte plewki — jest to gatunek samopylny. Z tego powodu pobranie dostatecznej ilości ziaren pyłku do krzyżowania z tego gatunku nastręczało duże trudności.

Do gatunków samopylnych należą również *S. africanum* i *S. vavilovii*, natomiast gatunki *S. c. ssp. cereale*, *S. c. ssp. afghanicum* i *S. c. ssp. ancestrale* zaliczane są do gatunków obcopylnych, wiatropylnych.

Tabela 1

Wielkość i żywotność ziaren pyłku form rodzicielskich
The size and viability of pollen of parental forms

Nazwa formy rodzicielskiej Name of parental form		Długość ziarna Pollen grain length (μm)	Szerokość ziarna Pollen grain width (μm)	Żywotność ziaren pyłku Pollen grain viability %
Odmiany uprawne żyta Cultivars of rye	Amilo	47	32	93,18
	Dańkowskie Nowe	47	38	91,32
	Dańkowskie Złote	50	35	90,78
	Kier	48	37	95,11
	Motto	47	32	96,47
	Walet	57	40	88,16
	Warko	51	39	90,23
Średnia Mean		49,5	36,1	92,2
Gatunki dzikie żyta Wild species of rye	<i>S.c. ssp. afghanicum</i>	42	31	80,95
	<i>S.c. ssp. ancestrale</i>	46	31	89,39
	<i>S.c. ssp. segetale</i>	43	34	81,43
	<i>Secale africanum</i>	53	42	87,24
	<i>Secale sylvestre</i>	31	29	80,82
	<i>Secale vavilovii</i>	50	40	83,38
Średnia Mean		43,5	34,4	80,90

Ogółem zapylono 6368 kwiatków, gdy *S. c. ssp. cereale* — żyto uprawne (odmiany) było formą mateczną i 4545 kwiatków, gdy było formą ojcowską. W pierwszym przypadku łącznie otrzymano 356 ziarniaków, z czego skielkowało 329, a w drugim otrzymano 271 ziarniaków, z czego wyrosło 219 roślin.

Efektywność krzyżowania N/Z i M/Z była generalnie niska i zróżnicowana. Gdy *S. cereale* ssp. *cereale* (odmiany) było formą mateczną (tab. 2), efektywność N/Z wahała się od 1,58% dla krzyżówek z *S. sylvestre* do 15,53% dla krzyżówek z *S. africanum*, a średnio wynosiła 6,57%. Pomimo dużego pokrewieństwa była zaskakująco bardzo niska efektywność krzyżowania z podgatunkami *Secale cereale*, mieszczącą się w zakresie od 4,83% do 7,65%. Efektywność M/Z była nieco niższa dla wszystkich rodzajów krzyżowań, a średnio wynosiła 6,12% (tab. 2). Pewna ilość poślada, którą otrzymano we wszystkich rodzajach krzyżówek w tym kierunku wskazuje, że dochodziło do zapłodnienia, jednak na dalszych etapach rozwoju zarodki zamierały.

W kombinacjach krzyżowań, gdy odmiany żyta — *S. c. ssp. cereale* były formami ojcowskimi, wartości efektywności krzyżowania N/Z i M/Z w większości przypadków były jeszcze niższe, a średnio wynosiły odpowiednio 4,41% i 3,22% (tab. 3). Najwyższą wartość N/Z wykazały krzyżowania z *S. c. ssp. ancestrale*: 7,00%, a najniższą z *S. sylvestre*: 0,43%. Przy tym kierunku krzyżowań efektywność w obrębie gatunku *Secale cereale* była nieco wyższa od krzyżowań międzygatunkowych, niemniej wartości N/Z dla

poszczególnych rodzajów krzyżowań były bardzo zbliżone do odpowiednich wartości N/Z przy odwrotnym kierunku krzyżowania (tab. 2).

Tabela 2

Efektywność krzyżowania żyta — *Secale cereale* ssp. *cereale* z gatunkami dzikimi z rodzaju *Secale*
The efficiency of crosses of rye — *Secale cereale* ssp. *cereale* with wild species from genus *Secale*

Kombinacja krzyżówkowa Crossing combination		Liczba Number				N/Z*100 (%)	M/Z*100 (%)
roślina mateczna female parent	roślina ojcowska male parent	zapylnych kwiatów pollinated flowers	ziarniaków grains	poślądu screens	roślin F ₁ plants F ₁		
	<i>S. c. ssp. afghanicum</i>	1067	61	6	53	5,71	4,97
<i>Secale cereale</i> ssp.	<i>S. c. ssp. ancestrale</i>	1412	108	8	98	7,65	6,94
<i>cereale</i>	<i>S. c. ssp. segetale</i>	1201	58	7	56	4,83	4,66
odmiany uprawne	<i>Secale africanum</i>	412	64	5	61	15,53	14,80
cultivars	<i>Secale sylvestre</i>	1134	18	2	16	1,58	1,41
	<i>Secale vavilovii</i>	1142	47	1	45	4,16	3,94
Suma Total		6368	356	29	329	6,57	6,12

N — Liczba otrzymanych ziarniaków

N — Number of obtained seeds

M — Liczba otrzymanych roślin

M — Number of obtained plants

Z — Liczba zapylnych kwiatków

Z — Number of pollinated flowers

Ponownie najniższą efektywność krzyżowania N/Z wykazały krzyżowania z *S. sylvestre*: 0,43%, natomiast najlepsze efekty otrzymano po skrzyżowaniu z *S. c. ssp. ancestrale*. W przypadku krzyżowań z *S. africanum*, gdy gatunek ten występował jako forma mateczna, efektywność była znacznie niższa aniżeli w krzyżowaniach odwrotnych, a wartość M/Z okazała się najniższa jaką otrzymano i wyniosła 0,31%. Podobnie, jak w krzyżówkach, gdy żyto uprawne było formą mateczną i przy tym kierunku krzyżowania, wartość M/Z była niższa od odpowiednich wartości N/Z. Stwierdzono, że w krzyżowaniach w obrębie gatunku *Secale cereale* spadek ten był mały, natomiast przy krzyżowaniach międzygatunkowych bardzo wyraźny (tab. 3).

Skuteczność krzyżowań wzajemno-przemiennych między żytem uprawnym a formami dzikimi: *S. montanum*, *S. kuprijanovii*, i *S. vavilovii* badało wielu autorów, jak: Roshevitz (1948), Kranz (1961), Gaspar (1973), Łapiński (1977), (cyt. za Słabońskim i in., 1984). W świetle uzyskanych wyników stwierdzono, że krzyżowania między *S. cereale* a dzikimi gatunkami żyta są udane, gdy formę mateczną stanowi żyto uprawne, natomiast skuteczność krzyżowań przeciwnych jest niewielka. Singh (1977) przeprowadzał krzyżowania żyta uprawnego z gatunkami dzikimi: *S. africanum*, *S. vavilovii* i *S. sylvestre*. Otrzymał on mieszańce ze wszystkich kombinacji krzyżówkowych, z wyjątkiem kombinacji z *S. sylvestre*. Przyczynę tego upatrywano w zmienionym na skutek ewolucji składzie heterochromatyny między *S. sylvestre*, jako gatunkiem najstarszym, a pozostałymi gatunkami. Zróżnicowany skład heterochromatyny powoduje zakłócenia w funkcjonowaniu chromosomów u mieszańców w cyklu mitotycznym we wczesnych etapach rozwoju zarodka i w konsekwencji prowadzi do ich zamierania. Podobnie Łapiński (1977) otrzymał bardzo niską efektywność krzyżowania z *S. sylvestre*, gdy występowało

ono jako roślina ojcowska — 2,64%, natomiast z krzyżówki przeciwnej nie otrzymał mieszańców. Z krzyżowania z *S. vavilovii* w przypadku, gdy gatunek ten wystąpił w roli zapylacza, Łapiński miał efektywność aż 40,01%, natomiast z kierunku przeciwnego zdecydowanie niższą — 0,34%. W prezentowanych badaniach rzeczywiście stwierdzono niższą efektywność krzyżowań w przypadku, gdy żyto uprawne wystąpiło w charakterze ojca, jednak spadek efektywności w porównaniu do odpowiednich krzyżówek przeciwnych był zróżnicowany w odniesieniu do poszczególnych rodzajów krzyżowań. Stwierdzono, że efektywności krzyżowań żyta uprawnego prowadzonych w obrębie gatunku *Secale cereale*, tj. z *S. c. ssp. afghanicum*, *S. c. ssp. ancestrale*, i *S. c. ssp. segetale* wykonane w obu kierunkach nie różniły się zasadniczo między sobą. Nieco niższą efektywność odnotowano, gdy żyto uprawne było formą ojcowską w krzyżowaniach z gatunkiem *S. vavilovii*. Natomiast wyraźny spadek efektywności przy tym kierunku krzyżowań stwierdzono w krzyżowaniach z *S. sylvestre*, a zwłaszcza z *Secale africanum* (tab. 3).

Tabela 3

Efektywność krzyżowania gatunków dzikich z rodzaju *Secale* z *Secale cereale* ssp. *cereale*
The efficiency of crosses between species from genus *Secale* with rye — *Secale cereale* ssp. *cereale*

Kombinacja krzyżówkowa Crossing combination		Liczba Number				N/Z*100 (%)	M/Z*100 (%)
roślina mateczna female parent	roślina ojcowska male parent	zapylnych kwiatów pollinated flowers	ziarniaków grains	poślądu screens	roślin F ₁ plants F ₁		
<i>S. c. ssp. afghanicum</i>		1494	86	2	80	5,75	5,35
<i>S. c. ssp. ancestrale</i>	<i>Secale cereale</i> ssp.	99	70	0	65	7,00	6,51
<i>S. c. ssp. segetale</i>	<i>cereale</i>	896	40	2	40	4,46	4,46
<i>Secale africanum</i>	odmiany uprawne	638	19	0	2	2,98	0,31
<i>Secale sylvestre</i>	cultivars	462	2	0	2	0,43	0,43
<i>Secale vavilovii</i>		956	56	0	22	5,86	2,30
suma total		4545	271	4	219	4,41	3,22
N — Liczba otrzymanych ziarniaków		N — Number of obtained seeds					
M — Liczba otrzymanych roślin		M — Number of obtained plants					
Z — Liczba zapylnych kwiatków		Z — Number of pollinated flowers					

Odległość filogenetyczna krzyżowanych form miała istotny wpływ na efektywność krzyżowania, która była najniższa w przypadku krzyżowań z gatunkiem najstarszym ewolucyjnie, a tym samym najbardziej odległym od żyta uprawnego, tj. z *Secale sylvestre* (Singh, Röbbelen, 1975; Singh, 1977; Cuadrado, Jouve, 1996). Zaskakująca była relatywnie wysoka efektywność w przypadku krzyżowań z *S. africanum* (N/Z = 15,53%), a więc formą starszą i odleglejszą od podgatunków dzikich gatunku *Secale cereale*, dla których uzyskano najniższe wartości efektywności. Generalnie efektywność krzyżowania była niska zarówno w przypadku krzyżowań z gatunkami dzikimi, jak i w obrębie gatunku *S. cereale*. Przypuszcza się, że miała na to wpływ wysoka temperatura, jaka utrzymywała się w szklarni w czasie kwitnienia roślin — powyżej 30° C. Żyto uprawne w warunkach naturalnych kwitnie przy temperaturze ok. 12° C (Wojciechowska, 1983).

Tabela 4

Efektywność krzyżowania M/Z między odmianami uprawnymi żyta a gatunkami dzikimi z rodzaju *Secale*
The efficiency of crosses M/Z between rye cultivars and wild species from genus *Secale*

Matka Mother	Ojciec Father												
	<i>S c ssp.</i> <i>afghanicum</i>	<i>S. c. ssp.</i> <i>ancestrale</i>	<i>S c.ssp.</i> <i>segetale</i>	<i>S. africanum</i>	<i>S. sylvestre</i>	<i>S. vavilovii</i>	<i>Amilo</i>	Dańkowskie Nowe	Dańkowskie Złote	Kier	Motto	Walec	Warko
Amilo	8,63	2,00	3,28	0	0	0							
Dańkowskie Nowe	0	3,03	5,71	35,29	0	1,22							
Dańkowskie Złote	11,96	8,98	9,76	8,62	2,53	21,05							
Kier	0	12,12	0	12,5	0	0							
Motto	5,98	5,81	0	20,65	0	5,87							
Walec	3,03	9,17	5,36	10,71	3,03	2,38							
Warko	2,82	0	5,00	0	0	0							
<i>S. c. ssp.afghanicum</i>							8,58	3,57	7,07	0	4,10	0	6,25
<i>S. c. ssp. ancestrale</i>							8,90	4,17	4,30	10,55	0	3,39	5,13
<i>S. c. ssp. segetale</i>							0	0	6,25	7,81	2,08	3,68	8,70
<i>S. africanum</i>							0	0	1,85	0	0	0	0
<i>S. sylvestre</i>							1,14	0	0	0	0	0	1,79
<i>S. vavilovii</i>							6,25	0	3,21	0	0	2,38	0

Interesujące wydaje się porównanie efektywności krzyżowań w odniesieniu do różnych odmian uprawnych żyta (tab. 4). Mimo że wykorzystane w krzyżowaniach odmiany zostały wyprowadzone w hodowli „Danko” Hodowla Roślin Sp. z o.o. i są w wysokim stopniu spokrewnione, to wykazały zróżnicowanie co do wartości N/Z i M/Z. Efektywność M/Z wahała się od 1,14% (*S. sylvestre* × Amilo) do 35,29% (Dańkowskie Nowe × *Secale cereale* ssp. *africanum*), a w wielu przypadkach była zerowa. Odmianą, która dała stosunkowo dobre rezultaty w niemalże wszystkich rodzajach krzyżowań w obu kierunkach była odmiana Dańkowskie Złote. Wskazywałoby to na dużą plastyczność tej odmiany, a co za tym idzie duże możliwości wykorzystania jej w krzyżowaniach oddalonych prowadzonych w obrębie rodzaju *Secale*.

WNIOSKI

1. Odległość filogenetyczna krzyżowanych form miała istotny wpływ na efektywność krzyżowania, która generalnie była wyższa w przypadku krzyżowań wewnątrzgatunkowych, a niższa w przypadku krzyżowań międzygatunkowych.
2. Efektywność krzyżowania była wyższa, gdy formą mateczną było żyto uprawne *Secale cereale* ssp. *cereale*.
3. Najwyższą wartość efektywności wykazały krzyżowania żyta uprawnego z *Secale africanum*.
4. Badane odmiany uprawne żyta cechowała zmienność w odniesieniu do wartości efektywności krzyżowania z formami dzikimi *Secale*. Najbardziej przydatną do krzyżowania oddalonego prowadzonego w obrębie rodzaju *Secale* okazała się odmiana Dańkowska Złota.

LITERATURA

- Cuadrado A., Jouve N. 1996. Phylogenic relationships in the genus *Secale* as revealed by FISH. Vortr. Pflanzenz. 35: 293 — 302.
- Fejerm S., Fedak G. 1981. Yield performance of *Secale cereale* × *S. montanum* progenis. Plant Breed. Abstr. 1982. 32: 591.
- Gaspar J. 1973. Beitrag zum Studium des Zellkerns und der Kreuzbarkeit bei einigen Arten der Gattung *Secale*. Z. Pflanzenzücht.: 223 — 274.
- Kobyljanskij V. D. 1982. Roż. Kołos, Moskwa: 137 — 152.
- Kobyljanskij V. D. 1987. Studies of rye and their relations to aspects of breeding. Vestn. Selsch. Nauki 111: 35 — 41.
- Koczowska I. 1977. Badania nad otrzymywaniem materiałów wyjściowych żyta ozimego do hodowli odmian plennych odpornych na wyleganie i pleśń śniegową. I. Zmienność i odziedziczalność ważniejszych cech mieszańców żyta ozimego. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, 19: 3 — 43.
- Kranz A.R. 1961. Cytologische Untersuchungen und Genetische Beobachtungen zum Beispiel zwischen *Secale cereale* L. und *Secale kuprijanovii*. Züchter. 31: 219 — 225.
- Łapiński M. 1975. Cytoplasmic male sterility in interspecific rye hybrids. Hod. Rośl. Aklim. 19, 5/6: 415 — 420.
- Łapiński M. 1977. Wstępne wyniki badań nad krzyżówkami oddalonymi z rodzaju *Secale*. Pr. Zesp. Hod. Żyta w 1975 r. IHAR Radzików: 89 — 95.
- Madej L. J. 1996. Worldwide trends in rye growing and breeding. Vortr. Pflanz. 35: 1 — 6.

- Plarre W. F. K. 1974. Selection for high sprouting disposition and seed dormancy in rye. Sum. of rep. Eucarpia Meet. on the Breed. of Rye. 18–21. 06. 1974. Poznań.
- Ruebenbauer T. 1972. Stan i perspektywy rozwoju genetyki i hodowli zbóż w Polsce. Post. Nauk Rol. 6: 3 — 14.
- Ruebenbauer T. 1975. Podstawowe problemy genetyki zbóż. Post. Nauk Rol. 2: 3 — 4.
- Rzepka D. 1990. Właściwości międzygatunkowych mieszańców żyta (*Secale* sp.). Hod. Rośl. Aklim. 32, 3/4: 27 — 36.
- Rzepka-Plevneš D. 1990. Studia nad mieszańcami międzygatunkowymi *Secale* sp. pod kątem przydatności niektórych cech w hodowli żyta (*S. cereale*). AR w Szczecinie. Rozprawy Nr 129 Szczecin.
- Rzepka D. Łapiński M. 1990. Przydatność międzygatunkowych mieszańców żyta (*Secale* sp.) w hodowli odmian odpornych na mączniaka (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *secalis marchal*). Hod. Rośl. Aklim. 32, 3/4: 39 — 48.
- Rzepka D. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. vavilovii* Gross. w aspekcie ich przydatności w hodowli odmian żyta odpornych na porastanie. Cz. I. Ocena odporności na porastanie mieszańców międzygatunkowych żyta. Hod. Rośl. Aklim. 37, 5/6: 69 — 79.
- Rzepka D., Tomczak P. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. vavilovii* Gross. w aspekcie ich przydatności w hodowli odmian żyta odpornych na porastanie. Cz. II. Właściwości użytkowe mieszańców. Hod. Rośl. Aklim. 37, 5/6: 81 — 91.
- Rzepka-Plevneš D., Tomczak P. Pławska M. 1995. Możliwość wykorzystania mieszańców międzygatunkowych żyta w hodowli odmian plennych i odpornych na mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* D.C f. sp. *secalis marchal*). Hod. Rośl. Aklim. 39/6: 68 — 80.
- Singh R. 1977. Cross compatibility, meiotic pairing and fertility in 5 *Secale* species and their interspecific hybrids. Cereal Res. Commun. 5, 1: 67 — 75.
- Singh R., Röbbelen S. 1975. Comparison of somatic giemsa banding pattern in several species of rye. Z. Pflanzenzüchtg., 75: 270 — 285.
- Słaboński A., Rzepka D., Pieniążek B. 1984. Możliwość wykorzystania mieszańców międzygatunkowych *Secale cereale* × *S. mantanum*, *S. cereale* × *S. kuprijanovii* *S. cereale* × *S. vavilovii* w hodowli żyta. Hod. Rośl. Aklim. 28/2: 196 — 207.
- Tarkowski Cz. 1983. Biologia żyta. PWN, Warszawa.
- Węgrzyn S. 1988. Synteza i wyodrębnianie materiałów wyjściowych dla hodowli zbóż. Zesz. Probl. IHAR Radzików: 33 — 40.
- Wojciechowska U. 1983. Fizjologia żyta. W: Biologia żyta. Tarkowski Cz. (red). PWN, Warszawa: 53 — 99.
- Wolski T. 1983. Kierunki hodowli oraz metody oceny żyta. W: Biologia żyta. Tarkowski Cz. (red). PWN, Warszawa: 153 — 185.